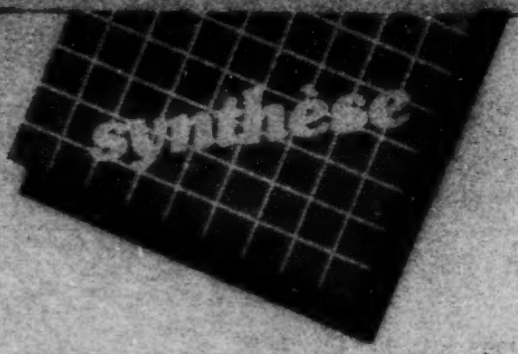


TECHNIQUES DE DÉTERMINATION DE L'ÂGE DES DORÉS APPLICABLES AUX POPULATIONS DE CETTE ESPÈCE AU QUÉBEC

Par
Serge Pépin
et
Frédéric Lévesque

Août 1985

Québec

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA FAUNE
SERVICE DES ESPÈCES D'EAU FRAÎCHE

TECHNIQUES DE DÉTERMINATION DE L'ÂGE DES DORÉS APPLICABLES AUX POPULATIONS DE CETTE ESPÈCE AU QUÉBEC

Par
Serge Pépin [1]
et
Frédéric Lévesque

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
150 est, boul. St-Cyrille, Québec, Qc G1R 4Y1

Août 1985

[1] Département des ressources renouvelables, Université McGill.

DEPOT LEGAL
BIBLIOTHEQUE NATIONALE DU QUEBEC
3e Trimestre 1985
ISBN 2-550-12312-3

AVANT-PROPOS

En avril 1984, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) tenait une réunion de travail visant la normalisation des techniques de détermination de l'âge des dorés. A cette occasion, monsieur Serge Pépin de l'Université de Montréal fut mandaté pour colliger les informations pertinentes dans la littérature scientifique et assurer l'animation de la séance de travail.

Le présent rapport se veut un compte rendu des aspects scientifiques qui ont été soulevés lors de cette activité. Il représente donc un document d'information mettant en évidence le choix des structures osseuses à utiliser ainsi que les techniques les plus appropriées de prélèvement, de préparation et d'interprétation selon les conditions particulières de chaque étude, tant au niveau des objectifs que des contraintes logistiques.

TABLE DES MATIÈRES

Page

AVANT-PROPOS iii

TABLE DES MATIÈRES v

LISTE DES FIGURES vii

LISTE DES TABLEAUX ix

LISTE DES ANNEXES xi

1. REVUE DES MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE L'ÂGE DES DORÉS 1

1.1 En Amérique du Nord 1

1.2 Au Québec 1

2. DESCRIPTION DES STRUCTURES OSSEUSES 2

2.1 Écaille 2

2.2 Os operculaire 3

2.3 Rayon épineux de la nageoire dorsale 3

3. PRÉPARATION DES STRUCTURES OSSEUSES 3

3.1 Prélèvement 3

3.2 Nettoyage 5

3.3 Montage 6

4. DÉTERMINATION DE L'ÂGE 8

4.1 Critères d'identification des annuli 8

4.2 Distinction entre vrais et faux annuli 9

4.3 Période de formation de l'annulus 10

Page

5. VALIDATION DE L'ÂGE 11

5.1 Importance des validations d'âge 11

5.2 Différentes approches pour valider l'âge 11

5.2.1 Comparaison entre les histogrammes de fréquence des longueurs et des âges 12

5.2.2 Repérage de la période de formation de l'annulus 12

5.2.3 Marquage - recapture 13

5.2.4 Elevage en milieu artificiel 13

5.2.5 Indices de concordance des lectures d'âge 13

6. PRÉCISION DE LECTURE 15

7. CONCLUSION - AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'UTILISATION DES DIVERSES STRUCTURES OSSEUSES 16

REMERCIEMENTS 18

LITTÉRATURE CITÉE 19

LISTE DES FIGURES

Figures		Page
1	Schéma d'une écaille cténoïde (1-A), d'un os operculaire (1-B) et d'une coupe de rayon épineux de la nageoire dorsale (1-C) de doré	23
2	Séquence d'apparition des écailles sur les jeunes Dorés jaunes de l'année	24
3	Prélèvement d'écailles, d'os operculaires et de rayons épineux de la nageoire dorsale chez le doré	25
4	Etapes de réalisation (A à D) d'une méthode de préparation de coupes de rayons épineux en vue d'effectuer des lectures d'âge	26
5	Représentation de l'anastomose des circuli à l'âge 1, 2 et 3 sur l'écaille d'un Doré noir	27
6	Vue des sept (7) annuli formés sur l'os operculaire (6-A) et la coupe de rayon épineux (6-B) d'un Doré jaune	28
7	Formation typique de faux annuli (fa) sur l'écaille (7-A), l'os operculaire (7-B) et la coupe de rayon épineux (7-C) d'un Doré noir âgé de 6 ans	29
8	Illustration fictive des modes de la distribution de fréquence des longueurs totales (LT) observées, en correspondance aux fréquences d'âges obtenus pour un échantillon de poissons du même sexe	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Pourcentages de discordance entre les lectures d'âge faites sur les écailles, les os operculaires et les coupes de rayons épineux de la nageoire dorsale (1A, Dorés jaunes; 1B, Dorés noirs)	31
2	Pourcentages de concordance entre les âges estimés à partir des écailles, des os operculaires et des coupes de rayons épineux de la nageoire dorsale et les âges finaux assignés aux dorés du Saint-Laurent, région de Montréal (2A, Dorés jaunes; 2B, Dorés noirs)	32
3	Sommaire des avantages et inconvénients relatifs à l'utilisation de différentes structures osseuses pour la lecture d'âge de dorés	33

LISTE DES ANNEXES

Annexe

1 Méthode de nettoyage des écailles de Grand Brochet, Esox lucius L., par digestion enzymatique à la trypsine.

1. REVUE DES MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE L'ÂGE DES DORÉS

1.1 En Amérique du Nord

Jusqu'à la fin des années '70, l'écaille a été la structure osseuse utilisée en exclusivité pour déterminer l'âge des dorés. La méthode aurait continué d'être utilisée par tradition, parce que sa validité a pu être démontrée à l'occasion et parce qu'elle permet de libérer les poissons vivants après le prélèvement.

Néanmoins, Carlander (1961) mentionne que les écailles présentent des difficultés d'interprétation élevées et que ces difficultés varient en fonction des populations étudiées.

Le Cren (1947) démontrait que les os operculaires s'avèrent supérieurs aux écailles pour déterminer l'âge de la Perchaude, mais ce n'est qu'en 1979 que Campbell et Babaluk (1979) pouvaient affirmer que l'utilisation d'écailles entraîne des biais sérieux dans les déterminations d'âge de dorés âgés de 8 ans et plus. En utilisant des rayons de nageoire dorsale, pelvienne et pectorale, des rayons branchiostèges, des vertèbres, des otolithes, des os operculaires et des écailles, les auteurs concluaient à la supériorité des os operculaires et des rayons épineux de la nageoire dorsale pour déterminer l'âge des dorés. Casselman (1982) et Erickson (1983) soulignaient également qu'il est imprudent d'utiliser seulement des écailles pour estimer l'âge de dorés âgés de 6 ans et plus et soutiennent que les déterminations d'âge doivent être validées à l'aide d'au moins une autre structure osseuse.

1.2 Au Québec

Les études québécoises se rapportant à la détermination d'âge de dorés sont restreintes et récentes. La plupart de ces études furent entreprises

à la limite nord de répartition de ces espèces (Territoire de la Baie James). La longévité élevée des dorés dans ces régions a amené les chercheurs à utiliser d'autres pièces que les écailles pour estimer l'âge, puisque sur les écailles les derniers annuli de croissance sont très rapprochés et difficiles à séparer.

C'est ainsi que les structures osseuses les plus utilisées par les chercheurs québécois ont été dans l'ordre: les os operculaires (Faubert et Magnin, 1977; Gaudreault, 1978; Nault et Magnin, 1979; Hazel et al., 1979; Verdon, 1979; Magnin, 1981; Vaillancourt, 1982; Hazel et al., 1983), les rayons épineux de la nageoire dorsale (Verdon, 1979; Magnin, 1981) et enfin, les écailles (Magnin et al., 1973; Fortin, 1975). Ce sont ces trois structures osseuses couramment employées pour établir l'âge de dorés qui font l'objet d'une analyse plus détaillée dans le présent document.

2. DESCRIPTION DES STRUCTURES OSSEUSES

2.1 Écaille

L'écaille cténoïde des dorés a la forme d'une ellipse tronquée à une extrémité. Son sommet (partie insérée dans l'épiderme du poisson) est ponctué de lobules qui alternent avec des sillons radiaires (radii) dont le nombre varie. Sur la face supérieure de l'écaille et dans son champ postérieur, on retrouve une région appelée lunule, qui correspond à la partie visible de l'écaille. Cette lunule porte des spinules osseuses (ctenii). L'écaille possède un foyer excentrique duquel origine des crêtes concentriques (circuli) dont le patron permet d'identifier des annuli de croissance et de déterminer l'âge du poisson (Figure 1-A).

2.2 Os operculaire

Il est de forme triangulaire, comporte une face externe convexe et une face interne concave et peut être subdivisé en quatre champs respectifs (antérieur, postérieur, dorsal et ventral). Le centre d'ossification est situé dans le champ antérieur, sur le rebord de la fosse glénoïde par laquelle l'os s'articule avec le crâne. Il correspond à la région la plus épaisse de l'os. Le champ postérieur de l'os operculaire comprend parfois des axes de soutien qui sont plus fréquents et plus nombreux chez le Doré noir que chez le Doré jaune, ainsi que des zones saisonnières de croissance permettant d'établir l'âge du spécimen. Ces zones de croissance sont également visibles dans le champ dorsal de l'os operculaire (Figure 1-B).

2.3 Rayon épineux de la nageoire dorsale

Une coupe transversale de rayon épineux comporte deux lobes asymétriques séparés par un profond sillon postérieur et un faible sillon antérieur. C'est de ces sillons que part la membrane reliant les différents rayons épineux de la nageoire. Le foyer se trouve dans le prolongement du sillon postérieur et les zones de croissance estivale et hivernale s'élaborent sur chacun des lobes à partir de celui-ci (Figure 1-C).

3. PRÉPARATION DES STRUCTURES OSSEUSES

3.1 Prélèvement

Les écailles ne sont pas formés dès la naissance chez les dorés (Figure 2). Elles apparaissent d'abord sur le pédoncule caudal lorsque le doré mesure 24 mm et elles s'étendent sur tout le corps lorsqu'il mesure 45 mm (Priegel, 1964). On perd donc une partie du début de la croissance mais ce n'est pas un inconvénient pour déterminer l'âge du poisson.

Il est important de prélever les écailles toujours au même endroit d'un poisson à l'autre, de façon à minimiser la variation d'échantillonnage et à faciliter le repérage du premier vrai annulus. Même s'il semble plus judicieux de les prélever sur le pédoncule caudal où elles apparaissent d'abord, les écailles prises à cet endroit sont trop petites et par conséquent difficilement interprétables. On les prélèvera là où elles sont plus grosses, soit à l'extrémité postérieure de la nageoire pectorale lorsque celle-ci est accolée au corps du poisson (Figure 3).

On en prélèvera au-dessus et au-dessous de la ligne latérale pour comparaison par la suite. Les raisons de ce choix sont les suivantes: les écailles au-dessus de la ligne latérale sont plus petites, moins épaisses donc plus translucides et faciles d'interprétation pour les premières années de croissance. Par contre, les grandes écailles sous la ligne latérale présentent des annuli plus facilement identifiables lors des années de faible croissance chez les spécimens plus âgés. Il faudra en récolter suffisamment (environ 30) pour éliminer les écailles de remplacement et celles qui sont abîmées. Le prélèvement d'écailles a l'avantage de permettre la remise à l'eau des poissons vivants.

Pour prélever les os operculaires, il suffit de disséquer l'opercule en coupant entre l'os préoperculaire (denté) et l'os operculaire (triangulaire). On portera une attention particulière à prélever le même os (gauche ou droit) d'un poisson à l'autre. Cette pratique permet de minimiser la variation des mesures lors de rétrocalculs. La méthode exige le sacrifice des spécimens.

Il est à recommander de prélever le second ou le troisième rayon épineux parce que ces derniers sont plus gros. Ici aussi, il faudra toujours prélever le même d'un spécimen à l'autre, pour minimiser la variation. Il est important de couper le rayon le plus près de la base afin de ne pas perdre d'annuli de croissance. La méthode permet de remettre le poisson à l'eau vivant.

3.2 Nettoyage

Le nettoyage des écailles à la main est à proscrire parce qu'il fournit trop souvent des écailles mal nettoyées et abîmées. La méthode de nettoyage par digestion enzymatique à la trypsine (Roy, 1975) utilisée par Massé (1981) pour nettoyer des écailles de Grand Brochet (Esox lucius L.), est également recommandable pour les écailles de dorés (Annexe 1). Lors de ce procédé, le mucus et les particules organiques rattachés à l'écaille sont digérés. Le temps requis pour l'obtention d'écailles de dorés propres et intactes est de 6 à 8 heures, mais l'expérience a démontré que les écailles n'étaient pas endommagées même si l'opération durait plus de 12 heures.

Il est plus facile de nettoyer les os operculaires lorsqu'ils sont frais que lorsqu'ils ont séché. L'opération consiste à immerger dans l'eau bouillante l'opercule préalablement disséqué, jusqu'à ce que les chairs blanchissent et se décollent ou vrillent sur la marge (10 à 20 secondes), à le placer ensuite dans un papier mouchoir et à frotter entre le pouce et l'index. Les os sous-operculaire et interoperculaire, de même que la peau et la chair se détacheront ainsi de l'os operculaire. Cette précaution permet d'éviter, par cuisson trop forte ou prolongée, la disparition de certains annuli ou l'altération de la marge postérieure de l'os operculaire (Vaillancourt, comm. pers.)([1]).

Le rayon épineux ne demande aucun nettoyage si ce n'est d'enlever l'excédent de membrane qui y est rattaché et qui peut nuire lors du montage. Dans ce cas, un nettoyage analogue à celui de l'opercule est recommandé.

([1]) P.G. Vaillancourt, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay Lac Saint-Jean.

3.3 Montage

Après la digestion enzymatique,les écailles sont rincées à l'eau vive puis montées entre deux lames de verre. Il est préférable de nettoyer toutes les écailles prélevées et de faire un choix par la suite, lorsqu'elles sont propres. On en monte de 6 à 8 incluant des petites et des grosses en évitant les écailles de remplacement.

Les os operculaires ne demandent aucun montage,mais un séchage de quelques semaines augmente le contraste entre les zones de croissance.

Les rayons épineux doivent préalablement être enrobés, afin d'éviter l'effritement de la pièce lorsqu'on en fera des coupes transversales. Une des méthodes d'enrobage est donnée dans Campbell et Babaluk (1979). Les étapes de réalisation de cette technique apparaissent à la Figure 4. Une pellicule d'emballage (Parafilm M) est déroulée et subdivisée en cases numérotées à l'aide d'un crayon feutre Markette (Thinrite). L'encre de ce crayon a la propriété de se transmettre à l'époxy lors du durcissement. Une première couche d'époxy Lepage (2-3mm d'épaisseur) est ensuite étendue sur la pellicule quadrillée après quoi on place chaque rayon épineux dans sa case respective, en disposant la base du rayon perpendiculairement à la marge centrale (Étape A).

On laisse ensuite l'époxy s'épaissir durant 15 minutes pour que les rayons épineux y adhèrent fermement et on recouvre le tout d'une seconde couche d'époxy en prenant soin d'éliminer les bulles d'air qui pourraient se former.

Après un séchage de 2 à 4 jours, on découpe les plaquettes d'époxy durci selon le quadrillage, en utilisant une scie circulaire ou à ruban (Étape B). Des coupes transversales d'une épaisseur d'environ 0,5 - 0,6mm sont ensuite pratiquées à partir de la base des rayons épineux avec une scie

circulaire à poussière de diamant "Isomet".On peut également effectuer les coupes à l'aide d'une scie de joaillier si les quantités sont peu importantes. On conserve les 4 ou 5 premières coupes à partir de la racine, sur lesquelles on enlèvera le surplus d'époxy (Étape C).

Ces coupes sont placées dans un mélange de 50% de toluène et de 50% de Diatex (Canlab) pour une nuit, après quoi on les monte à l'aide d'une goutte de Diatex sur une lame de verre (Étape D).

Pour fixer les rayons, Scrosati (comm. pers.)([1]) les incorpore à de la résine polyester dans un moule confectionné d'une planche de bois franc, sur laquelle des rainures de 7 mm de large par 5 mm de profond sont pratiquées. Une première couche est d'abord placée dans le fond du moule et séchée 15 à 30 minutes, selon la quantité de catalyseur utilisée. On dispose ensuite l'épine que l'on recouvre d'une seconde couche de fibre de verre, en incorporant le numéro d'identification du spécimen. Selon la quantité de catalyseur employée, le démoulage peut s'effectuer quelques heures plus tard. Afin de faciliter cette opération, on recommande de cirer ou de badigeonner de glycérine le moule avant le coulage.

Enfin, Nadeau (comm. pers.)([2]) suggère de simplement induire la base du rayon de colle époxy "5 minutes" sur une longueur de trois à quatre centimètres et de laisser sécher la colle pour une période de 24 heures en piquant le rayon dans un petit bloc de pâte à modeler, avant d'en faire des coupes.

([1]) Jean Scrosati, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Trois-Rivières.

([2]) Daniel Nadeau, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue.

Il existe également d'autres méthodes analogues de fixation des rayons. Pour y référer on consultera Hazel (1979) et Verdon (1977, 1979). Soulignons cependant, que le choix d'une méthode particulière de montage peut être fait en fonction du nombre de pièces à enrober.

4. DÉTERMINATION DE L'ÂGE

Les écailles peuvent être observées à l'aide d'une loupe binoculaire ou d'un projecteur d'écaille, à un grossissement d'au moins 20 X sous un éclairage diascopique (en transparence).

Il est préférable d'immerger les os operculaires, soit dans du toluène, de l'huile de clou de girofle, de l'alcool ou un mélange de glycérine et d'eau pour les observer. On les examine ensuite à l'aide d'une loupe binoculaire, en les plaçant sur fond noir et en les éclairant latéralement. Un grossissement de 6 X est suffisant.

Les coupes de rayons épineux sont également visionnées à la loupe binoculaire, préférablement sur fond noir et en éclairage épiscopique (en réflection) latéral. Elles peuvent également être examinées en lumière diascopique, mais trop de détails apparaissent alors. Un grossissement de 25 à 50 X est recommandé.

4.1 Critères d'identification des annuli

Pour les écailles, les critères sont ceux mentionnés par Carlander (1961): l'entassement des circuli, la présence d'espace hyalin entre deux séries de circuli, l'anastomose (accolement) des circuli. Le dernier critère est, semble-t-il, le plus fiable pour identifier un vrai annulus (Figure 5).

Sur les os operculaires et les coupes de rayons épineux vus en éclairage épiscopique, le critère d'identification des annuli est l'alternance entre de larges bandes blanches opaques représentant la croissance rapide d'été et de minces bandes noires translucides représentant la lente croissance hivernale. On considère l'annulus formé lorsqu'il y a évidence d'une reprise de la croissance estivale à la suite de la croissance hivernale (blanc opaque à la suite de noir translucide) (Figure 6).

4.2 Distinction entre vrais et faux annuli

Règle générale, lorsqu'un faux annulus apparaît sur une structure osseuse, il se manifeste également sur les autres. Il est toutefois plus facile d'identifier un faux annulus sur certaines structures que sur d'autres.

Les faux annuli rencontrés sur les écailles sont les plus embarrassants puisqu'ils sont très semblables aux vrais. Ils correspondent à un rapprochement suivi d'un éloignement des circuli ou à un croisement de deux ou plusieurs circuli. Un des faux annuli régulièrement rencontré sur l'écaille se situe entre le foyer et le premier annulus vrai. Il correspond à un éloignement soudain des circuli au milieu de la saison de croissance et selon Vasey (1967), serait associable à un changement dans le régime alimentaire du jeune doré de l'année. Il arrive souvent que l'on soit en présence de deux ou plusieurs séquences successives de rapprochement et d'éloignement des circuli. Dans ce cas, trois approches peuvent être utilisées pour séparer vrais et faux annuli: 1) un examen détaillé de l'arrangement des circuli; 2) une comparaison de l'emplacement de la marque de croissance par rapport aux autres marques; 3) une comparaison des marques sur différentes structures osseuses (Figure 7-A).

Deux critères principaux servent à discriminer entre vrais et faux annuli sur les os operculaires (Gaudreault, 1978). Il faut d'abord que la marque soit visible d'un côté à l'autre du triangle operculaire; une marque in-

complète représente un faux annulus. Il faut également qu'il y ait un gradient de passage du blanc opaque au noir translucide; une démarcation trop soudaine entre le blanc opaque et le noir translucide représente souvent un faux annulus. Ce dernier critère ne s'applique toutefois pas au premier annulus, puisque la zone qui le précède est généralement noire translucide. Il est alors nécessaire de référer aux côtés de l'os operculaire pour localiser le premier annulus (Figure 7-B).

Le rayon épineux est l'outil par excellence pour discerner entre vrais ou faux annuli. Sur cette structure les faux annuli apparaissent comme de minces bandes noires translucides, souvent incomplètes et qui précèdent ou suivent une bande plus large représentant le véritable annulus (Figure 7-C).

4.3 Période de formation de l'annulus

Le repérage de la période de formation de l'annulus permet non seulement de valider les déterminations d'âge, mais également de décider à quel moment se termine une année de croissance et en recommence une autre. Ainsi, lorsqu'un poisson sera capturé à une date voisine de la période de formation de l'annulus, on considérera que sa dernière année de croissance est complétée et on accordera l'âge en conséquence. Par contre lorsqu'une nouvelle croissance apparaît à la suite du dernier annulus formé, on considérera que le poisson a recommencé une nouvelle année de croissance et l'âge accordé portera l'appellation + (Ex: 2^{+}).

Chez le doré, la période de formation de l'annulus est reconnue pour être variable selon les années, l'âge des poissons et la latitude (Beckman, 1943; Smith et Pycha, 1961; Forney, 1965). La formation de l'annulus sera plus hâtive dans les régions du sud et plus tardive dans celles du nord.

Aux États-Unis, l'annulus des Dorés jaunes se formerait entre la mi-mai et la mi-juin (Colby et al., 1979) et celui des Dorés noirs, entre la fin juin et la fin juillet (Carlander, 1950; Vanicek, 1964). Dans la région de Montréal, la période de formation de l'annulus serait de juin à juillet pour les Dorés jaunes et en juillet pour les Dorés noirs (Pépin, 1984). Il est intéressant de noter que le 18 juin, l'annulus était formé chez le Doré jaune du lac Montbeillard, en Abitibi (Nadeau, comm. pers., op cit). On signale également que la croissance des dorés du lac St-Jean ne débute pas avant la mi-juillet (Hazel, comm. pers.)([1]).

5. VALIDATION DE L'ÂGE

5.1 Importance des validations d'âge

D'après Beamish et McFarlane (1983), de nombreux chercheurs n'apportent aucune attention à valider leurs lectures d'âge. Parmi ceux qui entreprennent une telle démarche, très peu valident l'étendue complète des âges rencontrés dans leurs échantillons. Cette attitude peut entraîner l'introduction de graves biais dans les études de dynamique de population.

5.2 Différentes approches pour valider l'âge

Valider des déterminations d'âge signifie s'assurer que le nombre d'annuli visibles sur une structure osseuse coïncide avec l'âge du poisson. Différentes approches peuvent être utilisées pour démontrer la validité des déterminations d'âge.

([1]) Pierre Paul Hazel, Université du Québec à Montréal.

5.2.1 Comparaison entre les histogrammes de fréquence des longueurs et des âges

La méthode consiste à séparer les observations selon les sexes et à construire des histogrammes de fréquence des longueurs observées et des âges estimés. Si les déterminations d'âge sont valides, il devrait y avoir une certaine correspondance entre les modes de distribution de ces deux types de paramètres. Cette correspondance devrait toutefois être meilleure pour les premiers groupes d'âge que pour les derniers, puisque la variabilité des longueurs observées augmente avec l'âge et qu'à partir d'un certain âge, les modes de la distribution de fréquence des longueurs observées se chevaucheront (Figure 8).

5.2.2 Repérage de la période de formation de l'annulus

C'est une façon de s'assurer que les marques observées sur les structures osseuses sont formées sur une échelle annuelle. La meilleure manière de valider les âges par cette méthode serait de faire un échantillonnage important, comprenant le plus de groupes d'âge possibles, durant les mois de mai à juillet.

Soulignons ici l'importance de procéder à l'échantillonnage de jeunes dorés qui nous permettent de confirmer non seulement la présence mais aussi la position du premier annulus. Faute de ne pas posséder ces jeunes poissons, on peut cependant valider la position du premier annulus en calculant l'équation de Walford (Ricker, 1980), exprimant la longueur totale au temps t + 1 (LT^{t+1}) en fonction de la longueur total au temps t (LT^{t}):

$$LT^{t+1} = A + B\ LT^{t} \qquad (5.1)$$

où l'ordonnée à l'origine, A, correspond à la longueur totale à la fin de la première année de vie, et B, est le taux d'accroissement.

5.2.3 Marquage - recapture

Le principe est de marquer un certain nombre de poissons pour lesquels l'âge à la capture est établi, de les relâcher et de les recapturer après une certaine période pour vérifier la progression des annuli. Une telle pratique demande toutefois de revenir sur le terrain durant plusieurs saisons et le succès de recapture est souvent très faible (particulièrement en milieu ouvert). Il est par conséquent difficile de valider toute l'étendue des âges disponibles par cette méthode.

5.2.4 Élevage en milieu artificiel

On peut, en élevant des poissons en milieu artificiel, vérifier l'évolution des marques annuelles sur les structures osseuses. Cette pratique est cependant coûteuse en temps et en argent et difficilement réalisable pour tous les groupes d'âge d'une population.

5.2.5 Indices de concordance des lectures d'âge

La concordance des lectures d'âge entre deux lecteurs ou entre plusieurs lectures successives sur les mêmes spécimens n'est pas un indice de validité des déterminations d'âge, mais plutôt un indice de précision des lectures d'âge. Par contre, en vérifiant la concordance des lectures d'âge sur plusieurs structures osseuses, on s'assure que les marques observées sur une structure se répètent sur les autres structures. C'est une façon de valider l'étendue complète des âges observés dans un échantillon de poissons.

Il est préférable d'utiliser un indice de concordance des lectures d'âge entre diverses structures osseuses qui tienne compte de l'âge moyen des poissons d'un échantillon. Ainsi, l'indice proposé par Beamish et Fournier (1981) accorde plus d'importance à une erreur de lecture d'âge

commise sur des jeunes spécimens qu'à la même erreur de lecture d'âge commise sur de vieux spécimens:

si $$X_j = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^{R} X_{ij} \qquad (5.2)$$

est l'âge moyen d'un poisson j, déterminé à partir de R structures osseuses,

et que $$\frac{1}{R} \sum_{i=1}^{R} \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \qquad (5.3)$$

est la discordance (variation) moyenne entre les lectures d'âge faites sur les R structures osseuses, pour un poisson j,

alors $$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \frac{1}{R} \sum_{i=1}^{R} X_{ij} \qquad (5.4)$$

est l'âge moyen de tous les poissons de l'échantillon d'effectif N, déterminé à partir de R structures osseuses,

et $$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^{R} \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right] \times 100 \qquad (5.5)$$

est le coefficient moyen de discordance (de variation), relatif aux lectures d'âge effectuées sur les poissons d'un échantillon d'effectif N, à partir de R structures osseuses.

Plus ce coefficient sera faible et plus les déterminations d'âge seront valides. On pourra de cette façon établir si les déterminations d'âge faites sur une structure osseuse coïncident avec celles faites sur une autre structure osseuse. En construisant des diagrammes de dispersion du nombre d'annuli rencontrés sur une structure osseuse en fonction du nombre d'annuli rencontrés sur une autre structure osseuse, on pourra voir la nature des discordances entre deux structures osseuses.

Lorsqu'on aura décidé de l'âge définitif des spécimens, il sera également possible de calculer un indice de concordance des lectures d'âge pour les différents groupes d'âge d'un échantillon. Cette exercice permettra de voir si la discordance entre les lectures d'âge varie avec l'âge des spécimens. On pourra de cette façon conclure qu'une structure osseuse est valide pour déterminer l'âge de jeunes spécimens, mais ne l'est plus pour déterminer l'âge de vieux spécimens (Tableaux 1 et 2).

On a ainsi établi que pour les dorés du fleuve Saint-Laurent, les os operculaires et les rayons épineux sont les deux structures les plus fiables pour déterminer l'âge, alors que les écailles deviennent de moins en moins fiables avec l'âge (Pépin, 1984). Ces dernières nous induisent en erreur surtout à partir de 6 ans. Ces erreurs sont le plus fréquemment, des sur-estimations causées par la présence de faux annuli difficilement identifiables et des sous-estimations découlant de l'entassement des derniers annuli.

6. PRÉCISION DE LECTURE

Pour obtenir une précision acceptable, plus d'une lecture devrait être réalisée. Si on utilise l'os operculaire ou le rayon épineux, deux (2) lectures semblent suffisantes dans la plupart des cas. Pour les écailles, un minimum de trois (3) lectures est recommandé.

On peut aussi obtenir le nombre minimal de lectures successives à effectuer, en calculant l'indice de concordance entre les deux dernières lectures faites sur une même structure osseuse. L'indice de Beamish et Fournier (1981) convient pour cette opération. On continuera d'effectuer des lectures jusqu'à ce que la variation entre les deux dernières lectures se rapproche de la valeur zéro (0).

7. CONCLUSION - AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'UTILISATION DES DIVERSES STRUCTURES OSSEUSES

Ceux-ci sont sommairement regroupés au Tableau 3. Le nettoyage et le montage des écailles nécessitent un temps considérable et elles offrent peu de fiabilité pour les lectures d'âge de spécimens de 6 ans et plus. Elle sont toutefois pratiques pour localiser l'emplacement du premier annulus. Si on désire les utiliser pour des rétrocalculs, les écailles devront être sélectionnées à partir d'un endroit précis ("key scales"). Cette pratique, nécessaire pour minimiser la variation des mesures sur l'écaille, peut être embarrassante puisqu'elle nous oblige à prélever quelques écailles seulement (toujours les mêmes), qui pour plusieurs raisons peuvent être inutilisables (écailles abîmées, trop opaques, régénérées, etc). Un avantage certain à utiliser des écailles est qu'il devient possible de remettre les dorés à l'eau vivants après le prélèvement.

Les os operculaires sont faciles à nettoyer et leur interprétation est facilitée par la grosseur de la structure. Les faux annuli se reconnaissent bien et les derniers annuli sont bien séparés les uns des autres. De plus, la stabilité de la forme de la pièce diminue la variation des mesures effectuées sur l'os operculaire et permet d'obtenir une bonne fiabilité des valeurs obtenues lors du rétrocalcul des longueurs aux différents âges. Leur utilisation nécessite toutefois le sacrifice des spécimens.

La préparation des rayons épineux demande une manipulation plus importante. Par contre, cette structure donne une excellente précision de lecture et les faux annuli s'y reconnaissent facilement. Les derniers annuli deviennent toutefois très accolés chez les poissons qui dépassent 14 ou 15 ans. Aussi, l'irrégularité de la forme de la pièce rend les mesures inter-annuli moins fiables. Leur prélèvement ne nécessite pas le sacrifice des spécimens.

Le choix de la structure à utiliser dépendra donc du paramètre visé (âge, taux de croissance), du type d'étude à réaliser, du temps disponible et du type de population suivie. Les écailles pourront être satisfaisantes dans le cas de populations fortement exploitées où l'on retrouve surtout de jeunes individus. Par contre, leur utilisation serait à proscrire pour des populations non-exploitées ou nordiques qui contiennent une grande part de vieux individus. La lecture des os operculaires ou des rayons épineux serait alors plus appropriée. On devra envisager davantage l'utilisation des os operculaires si l'on désire calculer le taux de croissance des poissons à partir de rétrocalculs. On a aussi signalé que l'utilisation de cette dernière structure osseuse était préférable pour déterminer l'âge de poissons à faible taux de croissance (Pépin, 1985). Par contre, le premier annulus est souvent difficile à distinguer sur l'os operculaire.

Enfin, quelque soit la structure osseuse utilisée, il est plus sûr de valider les déterminations d'âge pour l'étendue complète des âges disponibles.

REMERCIEMENTS

Cet effort de normalisation des techniques de détermination de l'âge des dorés est une initiative de Monsieur Pierre G. Vaillancourt du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune de la région du Saguenay - Lac St-Jean, qui en collaboration avec Messieurs Jacques Talbot de la Direction de la faune aquatique, Pierre Fournier et Pierre Dumont du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune de la région de Montréal ont mené l'organisation de la séance de travail.

Nous ne pouvons passer sous silence les judicieux commentaires et précisions qu'ont apportés au manuscrit messieurs Daniel Nadeau du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune de la région de l'Abitibi-Témiscamingue et Pierre-Paul Hazel de l'Université du Québec à Montréal.

Nous tenons à remercier Mlle Julie Andrews et Mlle Chantal Desgagnés pour la soigneuse dactylographie de ce rapport ainsi que Mlle Jacinthe Bouchard, Monsieur Jean Berthiaume et Monsieur Denis Morisset à qui l'on doit la réalisation de figures et la conception des planches photographiques.

LITTÉRATURE CITÉE

Beamish, R.J. et D.A. Fournier. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38 (8): 982-983.

Beamish, R.J. et G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Trans. Am. Fish. Soc. 112 (6): 735-743.

Beckman, W.C. 1943. Annulus formation on the scales of certain Michigan fishes. Pap. Mich. Acad. Sci. 28: 281-312.

Campbell, J.S. et J.A. Babaluk. 1979. Age determination of walleye, Stizostedion vitreum vitreum (Mitchill), based on the examination of eight different structures. Fish. and Envir. Canada Fish. and Marine Service, Technical Rep. No. 849: 1-23.

Carlander, K.D. 1950. Growth rate studies of saugers, Stizostedion canadense canadense (Smith) and yellow perch, Perca flavescens (Mitchill) from Lake of the Woods, Minnesota. Trans. Am. Fish. Soc. 79: 30-42.

Carlander, K.D. 1961. Variations in rereading walleye scales. Trans. Am. Fish. Soc. 90: 230-231.

Casselman, J.M. 1982. Growth. For SPOF Working Group No. 15 -- Over-Exploitation, 7 p., 5 fig., 4 tables.

Colby, P.J., R.E. McNicol et R.A. Ryder. 1979. Synopsis of biological data on the walleye, Stizostedion v. vitreum (Mitchill). FAO Fish. Synop. No. 119, 139 p.

Erickson, C.M. 1983. Age determination of Manitoban walleyes using otoliths, dorsal spines and scales. North Am. J. Fish. Manag. 3: 176-181.

Faubert, N. et E. Magnin. 1977. Biologie des principales espèces de poissons du bassin inférieur de la Grande Rivière. Serv. Envir. SEBJ, 90 p.

Forney, J.L. 1965. Factors affecting growth and maturity in a walleye population. N.Y. Fish Game J. 12(2): 217-232.

Fortin, R. 1975. Croissance du doré jaune Stizostedion vitreum vitreum (Mitchill) et du doré noir Stizostedion canadense (Smith) dans certains plans d'eau de la région de Montréal. Nat. Can. 102: 305-316.

Gaudreault, F. 1978. Quelques aspects du cycle vital du doré jaune, Stizostedion vitreum vitreum (Mitchill) des lacs Nathalie et Hélène du territoire de la Baie James. Mémoire de M. Sc., UQAM, 103 p.

Hazel, P.P. 1979. Croissance en longueur et en poids des meuniers rouges, Catostomus catostomus des régions de LG-3 et de LG-4. Programme SEBJ No. 71 et 72. Université de Montréal, laboratoire d'écologie de la SEBJ, Rapport de recherche No. 52, 151 p.

Hazel, P.P., J. Lamoureux et E. Magnin. 1979. Croissance de la laquaiche aux yeux d'or Hiodon alosoides, de la laquaiche argentée Hiodon tergisus et du doré noir Stizostedion canadense du lac Matagami. Labor. Ecol. SEBJ, Rap. No. 30, 54 p.

Hazel, P.P., J. Lamoureux, E. Magnin et R. Nault. 1983. Croissance de six espèces de poissons vivant près de leur limite de répartition en latitude et en altitude sur le territoire de la Baie James. Cybium, 7(4): 57-69.

Le Cren, E.D. 1947. The determination of the age and growth of the perch (Perca fluviatilis) from the opercular bone. J. Anim. Ecol. 16: 188-204.

Magnin, E. 1981. Bioécologie des poissons du territoire de la Baie James, Québec, Canada. Verh. Intern. Limnol. 21: 1244-1250.

Magnin, E., E. Murawska et V. Legendre. 1973. Croissance de onze espèces de poissons de la région de Waswanipi (centre-ouest du Québec). Québec, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la Faune, Rap. No. 8: 13-43.

Massé, G. 1981. Identification des vrais et faux annuli sur les écailles du grand brochet, Esox lucius L., et sa croissance dans le fleuve Saint-Laurent, près de Montréal, Québec. Qué. (Prov.), Min. Loisir, Chasse et Pêche, Serv. Amén. et Exploit. faune, Rap. Tech. No. 06-32, XXXI + 186 p.

Nault, R. et E. Magnin. 1979. Bioécologie du doré Stizostedion vitreum (Mitchill) dans la région du futur réservoir de LG3. Direction Envir. SEBJ, 62 p., 18 tableaux.

Pépin, S. 1985. Validation de l'âge et croissance en longueur du Doré jaune Stizostedion v. vitreum (Mitchill) dans le réservoir Gouin. Qué. (Prov.), Min. Loisir, Chasse et Pêche, Dir. gén. faune (à paraître).

Pépin, S. 1984. Validation de l'âge et croissance en longueur du doré jaune Stizostedion vitreum vitreum (Mitchill) et du doré noir Stizostedion canadense (Smith) dans le fleuve Saint-Laurent, région de Montréal. Mémoire de M. Sc., Université de Montréal, 85 p., 24 fig., 14 tableaux.

Priegel, G.R. 1964. Early scale development in the walleye. Trans. Am. Fish. Soc. 93(2): 199-200.

Ricker, W.E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons, Bull. Fish. Res. Board Can. 191F: 409 p.

Roy, G. 1975. Méthode pour le nettoyage à la trypsine des écailles de grand brochet, Esox lucius L. Qué. (Prov.), Ministère Tourisme, Chasse et Pêche, Service de la Recherche Biologique, Montréal, 2 p. Dactylogramme.

Smith, L.L.Jr. et R.L. Pycha. 1961. Factors related to commercial production of the walleye in Red Lakes, Minnesota. Trans. Am. Fish. Soc. 90(2): 190-217.

Vaillancourt, P.G. 1982. Ebauche sur la situation du doré jaune (Stizostedion vitreum) dans la région Saguenay - Lac St-Jean. Qué. (Prov.), Min. Loisir, Chasse et Pêche, Serv. Amén. et Exploit. faune, Saguenay - Lac St-Jean. 44 p.

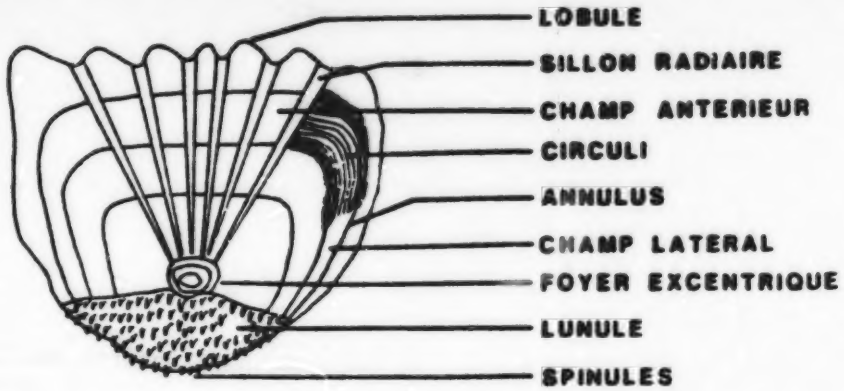
Vasey, F.W. 1967. Age and Growth of walleye and sauger in pool 11 of the Mississipi River. Iowa St. J. Sci. 41: 447-466.

Vanicek, C.D. 1964. Age and growth of sauger, Stizostedion canadense (Smith), in Lewis and Clark Lake. Iowa St. J. Sci. 38(4): 481-502.

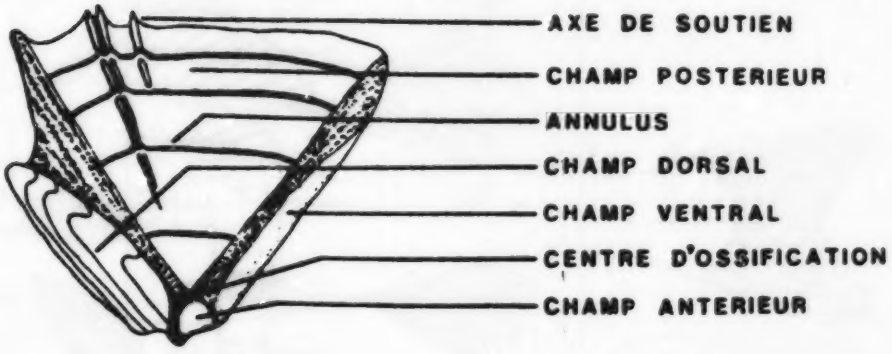
Verdon, R. 1977. Croissance en longueur et en masse du meunier noir, Catostomus commersoni, de la région de LG-2, Territoire de la Baie James. Université de Montréal, laboratoire d'écologie de la SEBJ, Rapport interne No. 26, 46 p.

Verdon, R. 1979. Evaluation du rendement potentiel pour la pêche sportive au doré, au brochet et au touladi en Radissonie québécoise (territoire de la Baie James). Soc. Dével. Baie James, Rap.Sect. 107 p.

1·A



1·B



1·C

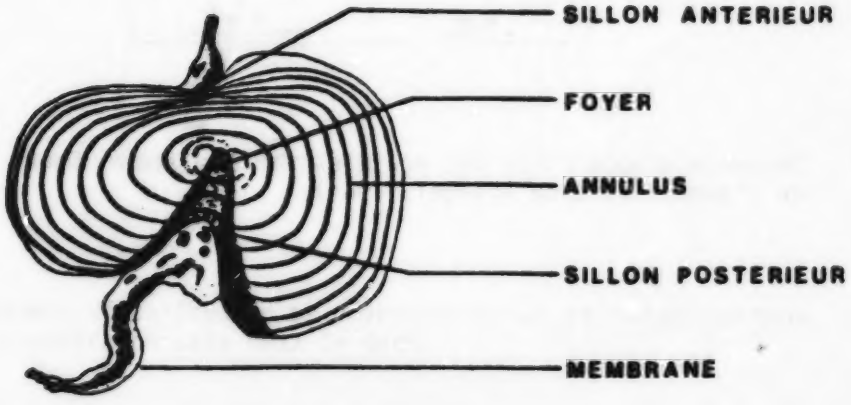


FIGURE 1: Schéma d'une écaille cténoïde (1-A), d'un os operculaire (1-B) et d'une coupe de rayon épineux de la nageoire dorsale (1-C) de doré (tiré de Pépin, 1984).

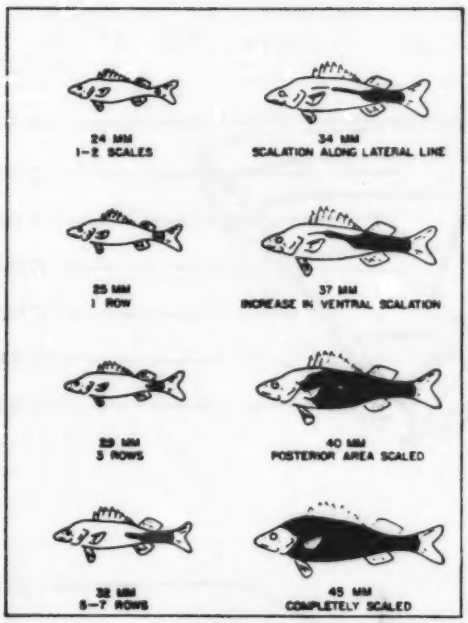


FIGURE 2. Séquence d'apparition des écailles sur les jeunes Dorés jaunes de l'année (Tiré de Priegel, 1964).

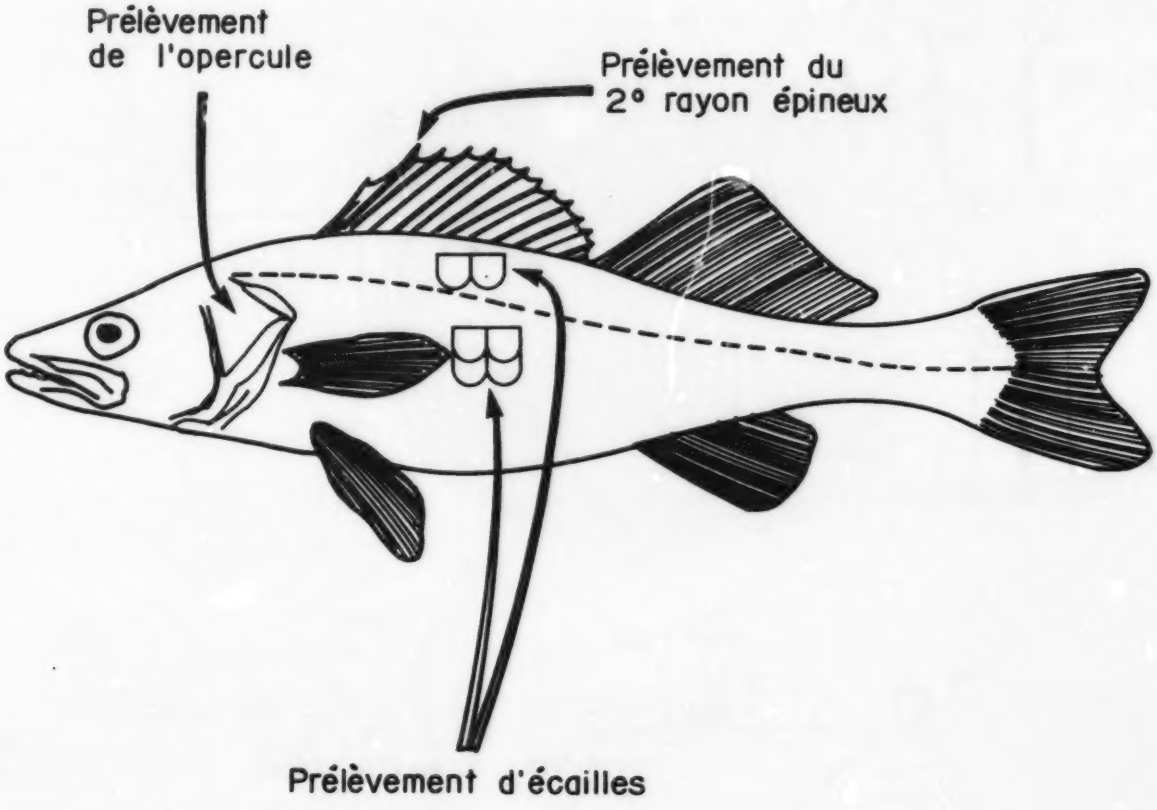


FIGURE 3. Prélèvement d'écailles, d'os operculaires et de rayons épineux de la nageoire dorsale chez le doré.

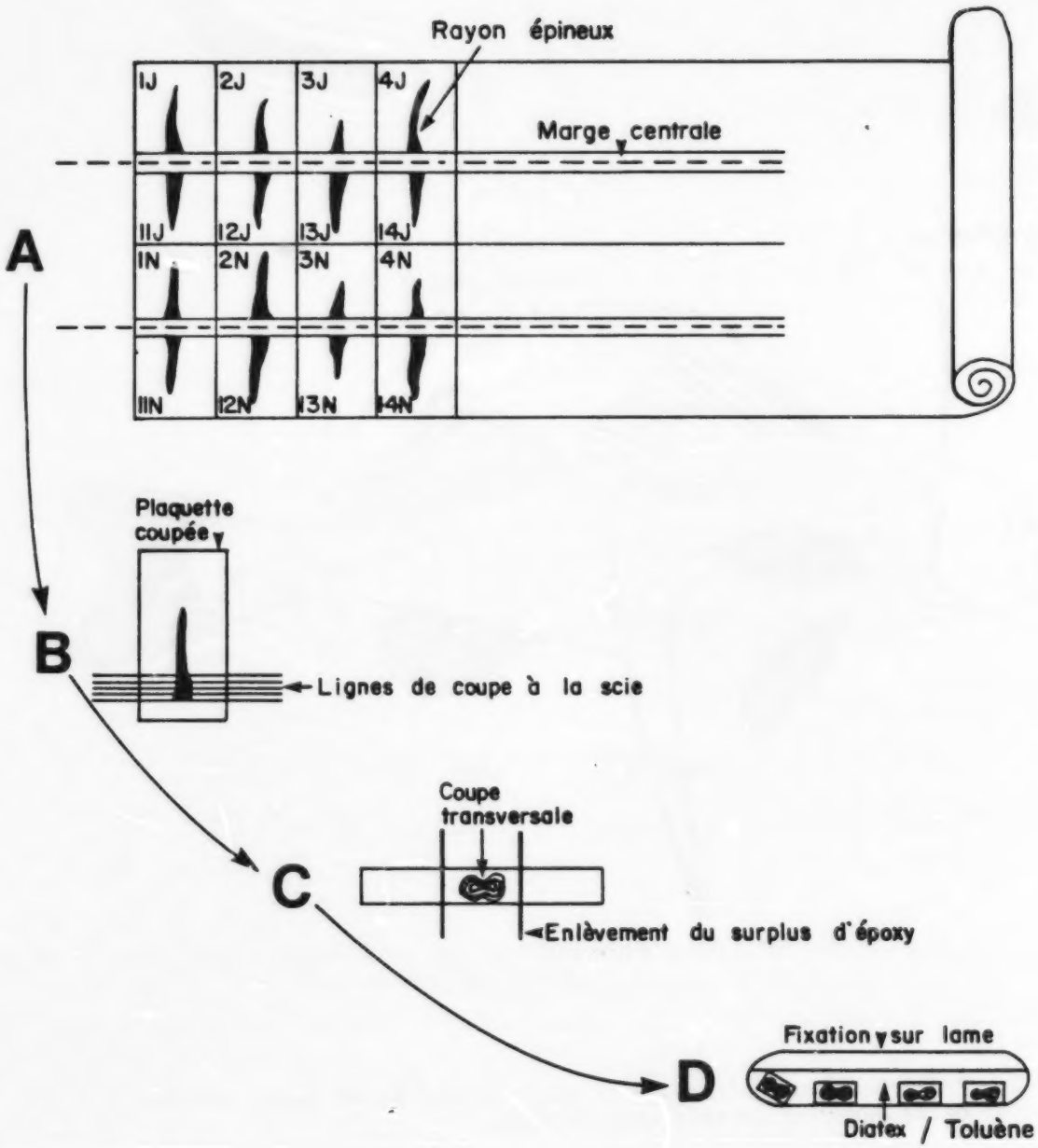


FIGURE 4. Etapes de réalisation (A à D) d'une méthode de préparation de coupes de rayons épineux en vue d'effectuer des lectures d'âge.

FIGURE 5. Représentation de l'anastomose des circuli à l'âge 1, 2 et 3 sur l'écaille d'un Doré noir (Tiré de Pépin, 1984).

6-A

6-B

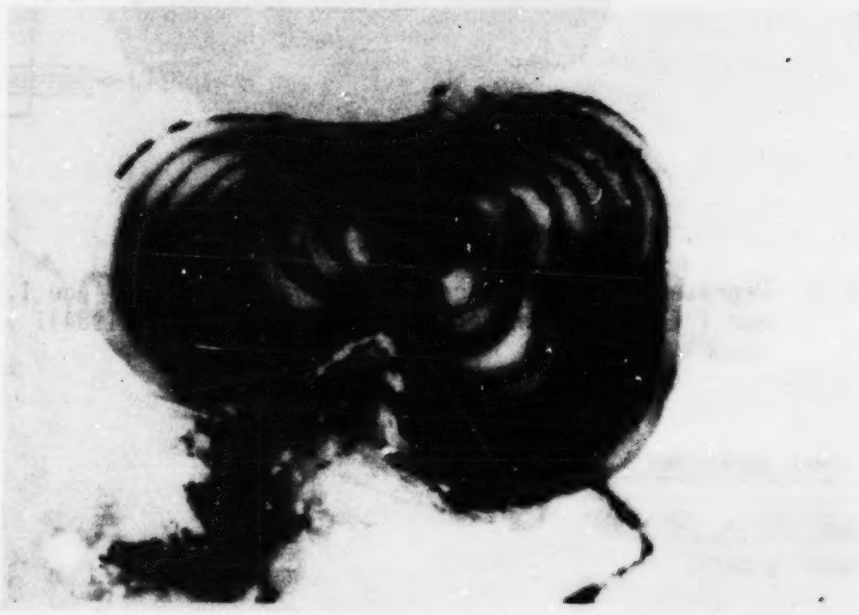
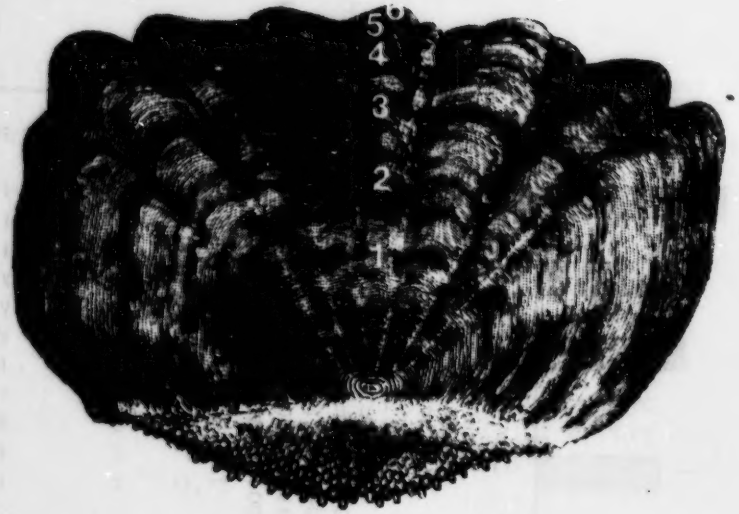
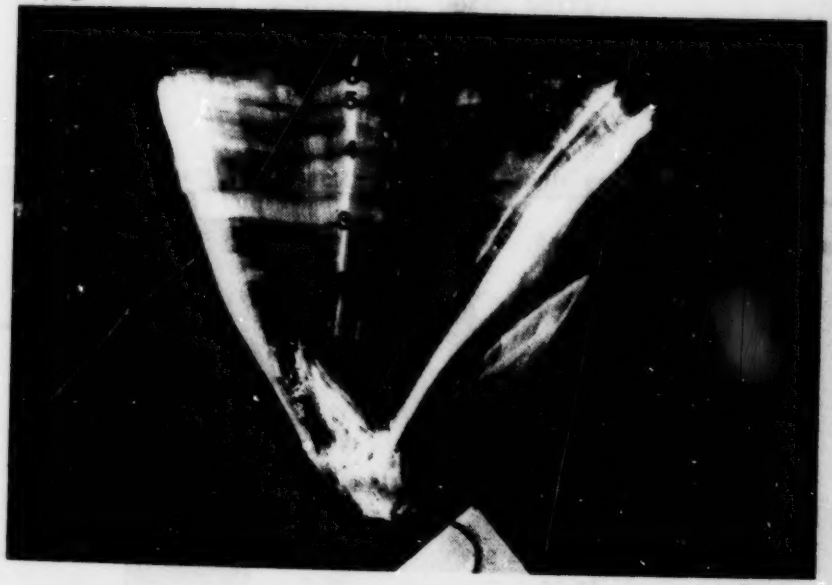


FIGURE 6. Vue des sept (7) annuli formés sur l'opercule (6-A) et le rayon épineux (6-B) d'un Doré jaune (Tiré de Pépin, 1984).

7-A



7-B



7-C

FIGURE 7. Formation typique de faux annuli (fa) sur l'écaille (7-A), l'os operculaire (7-B) et une coupe de rayon épineux (7-C) d'un Doré noir âgé de 6 ans (Tiré de Pépin, 1984).

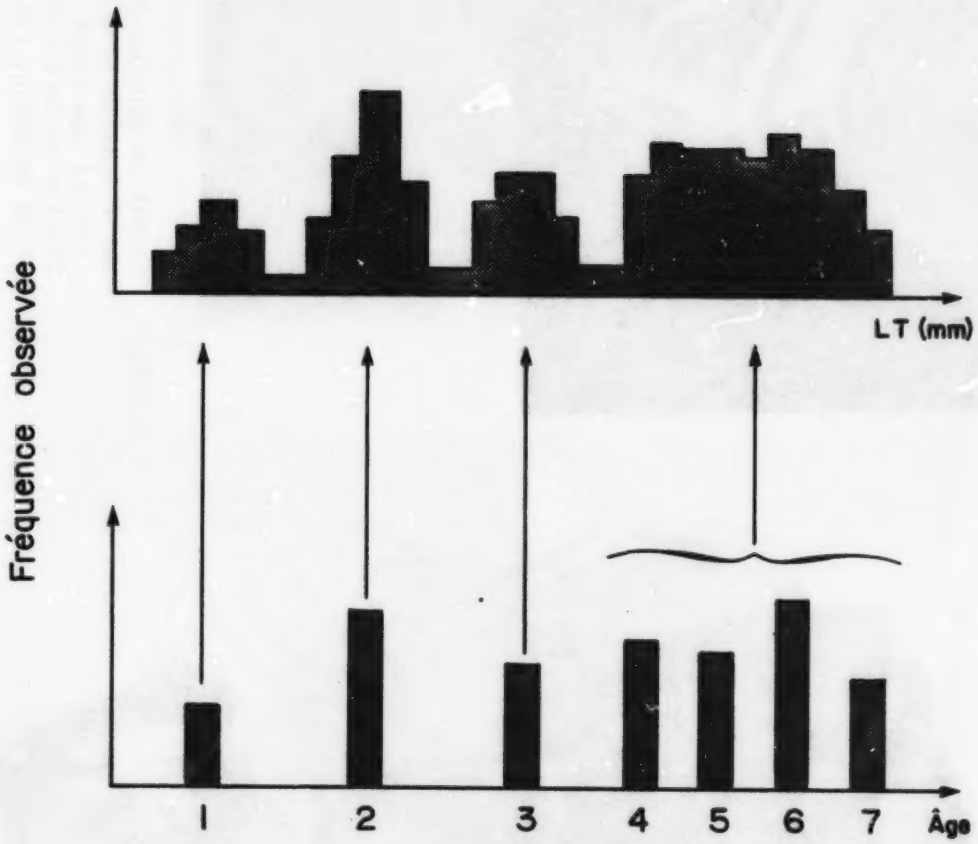


FIGURE 8. Illustration fictive des modes de la distribution de fréquence des longueurs totales (LT) observées, en correspondance aux fréquences d'âges obtenues sur un échantillon de poissons du même sexe.

TABLEAU 1. Pourcentages de discordance entre les lectures d'âge faites sur les écailles, les os operculaires et les coupes de rayons épineux de la nageoire dorsale (1A , Dorés jaunes; 1B, Dorés noirs) (Tiré de Pépin, 1984).

1A

	OS OPERCULAIRE ET ÉCAILLES			OS OPERCULAIRES ET RAYONS ÉPINEUX			RAYONS ÉPINEUX ET ÉCAILLES:			TROIS STRUCTURES OSSEUSES:		
GROUPE D'ÂGE	N	ÂGE MOYEN	% MOYEN ERREUR	N	ÂGE MOYEN	% MOYEN ERREUR	N	ÂGE MOYEN	% MOYEN ERREUR	N	ÂGE MOYEN	% MOYEN ERREUR
I	18	1.03	1.85	18	1.00	0.00	18	1.03	1.85	18	1.02	1.85
II	37	2.08	2.88	37	2.00	0.00	37	2.08	2.88	37	2.05	2.83
III	58	3.04	1.76	58	3.00	0.59	58	3.04	1.17	56	3.03	1.62
IV	30	4.02	1.99	30	4.00	0.85	30	4.05	1.88	30	4.02	2.13
V	26	5.00	2.27	26	4.96	0.85	26	5.00	2.27	26	4.99	2.39
VI	17	5.68	4.88	17	5.79	3.85	17	5.88	4.22	17	5.78	4.97
VII	14	6.82	1.65	14	6.93	1.10	14	6.89	1.65	14	6.88	1.93
VIII	4	7.63	5.24	4	8.00	0.00	4	7.63	5.24	4	7.75	4.48
IX	2	8.50	5.88	2	9.00	0.00	2	8.50	5.88	2	8.67	5.13
XI	2	11.00	4.55	2	11.00	0.00	2	11.00	4.55	2	11.00	4.04
XII	2	11.75	2.17	2	11.75	2.17	2	12.00	0.00	2	11.83	1.90

1B

I	52	1.00	0.00	52	1.00	0.00	52	1.00	0.00	52	1.00	0.00
II	29	2.02	0.69	29	2.00	0.00	29	2.02	0.69	29	2.01	0.66
III	33	3.02	0.43	33	3.02	0.43	33	3.00	0.00	33	3.01	0.40
IV	71	3.99	1.12	71	3.97	0.80	71	4.01	0.31	71	3.99	0.97
V	31	5.05	1.53	31	5.00	0.65	31	5.02	1.60	31	5.02	1.69
VI	55	5.95	2.48	55	5.93	1.02	55	5.98	2.12	55	5.95	2.43
VII	50	6.92	2.59	50	6.86	2.24	55	5.98	2.12	55	5.95	2.43
VIII	30	7.72	3.37	30	7.85	2.22	30	7.67	4.26	30	7.74	4.23
IX	12	8.58	5.10	12	8.96	1.48	12	8.63	4.60	12	8.72	4.61
X	3	9.33	10.72	3	10.17	1.59	3	9.17	9.16	3	9.56	8.54
XI	2	10.00	10.00	2	11.00	0.00	2	10.00	10.00	2	10.33	8.60

TABLEAU 2. Pourcentages de concordance entre les âges estimés à partir des écailles, des os operculaires et des coupes de rayons épineux de la nageoire dorsale et les âges finaux assignés aux dorés du Saint-Laurent, région de Montréal (2A, Dorés jaunes; 2B, Dorés noirs) (Tiré de Pépin, 1984).

2A

GROUPE D'ÂGE	CONCORDANCE	ÉCAILLES	OS OPERCULAIRES	RAYONS ÉPINEUX
0	TOTALE :	100 %	100 %	100 %
I	totale :	94.44 %	100 %	100 %
	± 1 an :	100 %		
II	totale :	90.70 %	100 %	100 %
	± 1 an :	95.35 %		
	± 2 ans:	100 %		
III	totale :	93.22 %	96.77 %	96.67 %
	± 1 an :	98.31 %	100 %	100 %
	± 2 ans:	100 %		
IV	totale :	90.00 %	96.67 %	96.43 %
	± 1 an :	96.67 %	100 %	100 %
	± 2 ans:	100 %		
V	totale :	85.19 %	96.30 %	100 %
	± 1 an :	96.30 %	100 %	
	± 2 ans:	100 %		
VI	totale :	58.82 %	64.71 %	100 %
	± 1 an :	94.12 %	94.12 %	
	± 2 ans:	100 %	100 %	
VII	totale :	73.33 %	85.71 %	100 %
	± 1 an :	93.33 %	100 %	
	± 2 ans:	100 %		
VIII	totale :	50.00 %	100 %	100 %
	± 1 an :	75.00 %		
	± 2 ans:	100 %		
IX	totale :	0 %	100 %	100 %
	± 1 an :	100 %		
XI	totale :	0 %	100 %	100 %
	± 1 an :	100 %		
XII	totale :	100 %	33.33 %	100 %
	± 1 an :		100 %	
XIV	totale :	100 %	100 %	
0-V	totale :	91.11 %*	97.80 %*	98.89 %
	± 1 an :	97.22 %	100 %	100 %
	± 2 ans:	100 %		
VI-XIV	totale :	60.47 %*	76.74 %*	100 %
	± 1 an :	93.02 %	97.67 %	
	± 2 ans:	100 %	100 %	

2B

GROUPE D'ÂGE	CONCORDANCE	ÉCAILLES	OS OPERCULAIRES	RAYONS ÉPINEUX
I	totale :	100 %	100 %	100 %
II	totale :	96.55 %	100 %	100 %
	± 1 an :	100 %		
III	totale :	100 %	97.30 %	100 %
	± 1 an :		100 %	
IV	totale :	97.18 %	97.30 %	100 %
	± 1 an :	100 %	100 %	
V	totale :	88.24 %	96.88 %	96.97 %
	± 1 an :	100 %	100 %	100 %
VI	totale :	76.79 %	93.22 %	96.55 %
	± 1 an :	98.21 %	98.31 %	100 %
	± 2 ans:	100 %	100 %	
VII	totale :	76.47 %	84.31 %	87.76 %
	± 1 an :	96.08 %	98.04 %	97.96 %
	± 2 ans:	98.04 %	98.04 %	100 %
	± 3 ans:	100 %	100 %	
VIII	totale :	54.84 %	100 %	100 %
	± 1 an :	93.55 %	100 %	100 %
	± 2 ans:	100 %		
IX	totale :	50.00 %	83.33 %	100 %
	± 1 an :	75.00 %	91.67 %	
	± 2 ans:	100 %	100 %	
X	totale :	33.33 %	33.33 %	66.67 %
	± 1 an :	33.33 %	100 %	100 %
	± 2 ans:	100 %		
XI	totale :	0 %	100 %	100 %
	± 1 an :	0 %		
	± 2 ans:	100 %		
I-V	totale :	96.79 %*	98.23 %*	99.56 %*
	± 1 an :		100 %	
VI-XI	totale :	68.39 %*	88.61 %*	92.81 %*
	± 1 an :	92.26 %	98.10 %	99.35 %
	± 3 ans:	100 %	100 %	

* Différence significative ($P<0.01$) entre les pourcentages de parfaite concordance.

TABLEAU 3. Sommaire des avantages et inconvénients relatifs à l'utilisation de différentes structures osseuses pour la lecture d'âge de dorés.

STRUCTURE OSSEUSE	AVANTAGES	DÉSAVANTAGES
Écailles	° Spécimens peuvent être remis à l'eau vivants	° Long à monter ° Peu fiable pour des spécimens âgés de plus 6 ans
Os operculaire	° Facile à nettoyer ° Facile à lire ° Fiable pour rétrocalculs	° Nécessite le sacrifice des spécimens
Rayons épineux	° Spécimens peuvent être remis à l'eau vivants ° Facile à lire (jusqu'à 15 ans) ° Facile à prélever	° Mesure plus ou moins fiable pour les rétrocalculs ° Préparation plus longue

ANNEXE 1

Méthode de nettoyage des écailles de Grand Brochet, Esox lucius L., par digestion enzymatique à la trypsine (Massé, 1981).

ANNEXE 1

Etant donné que cette méthode (Roy 1975), est encore peu connue nous allons la présenter en détail afin de permettre aux lecteurs de l'utiliser.

La méthode consiste en une digestion enzymatique du mucus et des autres matières organiques qui ont pu rester accolés à l'écaille lors du prélèvement. Pour une digestion efficace la trypsine requiert un pH de 8.4 et c'est pourquoi une solution tampon est nécessaire. Le temps de séjour dans la solution de trypsine est de trois heures pour les écailles de brochet, mais peut être sensiblement plus court pour les écailles de Catostomidés et de Salmonidés. Pour ces derniers, les écailles peuvent être altérées lors d'un séjour trop prolongé dans cette solution et il convient donc de vérifier souvent leur état durant ce procédé de nettoyage. Il est à noter que seule la trypsine de la compagnie Anachemia a donné de bons résultats. Aussi, nous n'avons pas obtenu de bons résultats pour les écailles prélevées sur des poissons formolés; les écailles doivent donc être fraîches ou séchées. Voici les étapes à suivre pour le nettoyage à la trypsine des écailles de brochet:

1. Solution A.

   Acide borique à 0.2M (12.4 g dans 1 000 ml d'eau).

1. Solution B.

   Borax à 0.05M (19.05 g dans 1 000 ml d'eau; 0.2M en terme de borate de sodium).

3. Solution tampon.

   Ajouter 125 ml de solution B à 50 ml de solution A et compléter à 200 ml avec de l'eau.

4. A cette solution tampon, ajouter 8 g de trypsine en poudre 1-100' de Anachemia (no AC-9610) puis ajuster le pH à 8.4 en ajoutant de la solution B en petite quantité.

5. Placer les écailles de chaque spécimen dans 50 ml de cette solution, au bain-marie, à une température de 36° à 38°C, pour trois heures environ (6 heures pour les écailles de dorés).

6. Rincer en agitant vigoureusement les écailles dans l'eau tiède puis les monter entre deux lames de verres.